

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 35 718 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
B 23 B 5/22
B 23 B 31/02
B 23 B 19/02

(71) Anmelder:
Boehringer Werkzeugmaschinen GmbH, 73033
Göppingen, DE

(74) Vertreter:
Vogeser, Liedl, Alber, Dr. Strych, Müller und
Kollegen, 81369 München

(72) Erfinder:
Dengler, Walter, 73092 Heiningen, DE; Thierfelder,
Armin, Dr.-Ing., 73107 Eschenbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Werkzeugmaschine

(57) Ein Spindelstock war bisher relativ lang, da Spannfutter, die drehend gelagerte Spindel und der Spannzylinder etc. axial hintereinander angeordnet waren. Jetzt wird eine Verkürzung erreicht, indem der Spannzylinder im Inneren der in ihrem Innendurchmesser vergrößerten Spindel untergebracht wird. Zusätzlich werden Spannzylinder und Futter direkt aneinander befestigt und als Baugruppe vormontiert und funktionsgeprüft. Vor allem bei integriertem Spindelmotor günstig, da sich der vergrößerte Außendurchmesser der Spindel (Wicklungsdurchmesser) positiv auf Drehmoment eines solchen integrierten Motors auswirkt.

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Drehmaschinen sowie andere Werkzeugmaschinen, bei welchen das Werkstück von einer Werkstück-Spindel drehend antriebbar aufgenommen wird, sowie ein Verfahren zur Herstellung insbesondere des Spindelstocks einer solchen Maschine.

II. Technischer Hintergrund

[0002] Maschinen, die während der Bearbeitung das Werkstück drehend antriebbar aufnehmen, wie etwa Drehmaschinen, Dreh-Räummaschinen, Dreh-Fräsmaschinen, Rundschleifmaschinen, verfügen jeweils über mindestens eine Werkstück-Spindel, mit welcher das Werkstück fest verbunden wird. Die Werkstück-Spindel wird von einem Spindelmotor mit der gewünschten Drehzahl angetrieben.

[0003] Je nach Bearbeitungsverfahren sind dabei hohe Drehzahlen bis zu 10 000 Umdrehungen pro Minute und mehr, im Gegenzug dann jedoch niedrige Drehmomente beim Antrieb des Werkstückes notwendig, bei anderen Verfahren dagegen relativ hohe Drehmomente von beispielsweise 2.500–3.500 N/m bei vergleichsweise geringen Drehzahlen bis etwa 50 oder 100 U/min.

[0004] Je länger und dünner und damit weniger stabil ein Werkstück ist, umso höher ist die Notwendigkeit, das Werkstück an seinen beiden Enden von einer derartigen Spindel aufzunehmen und antreiben zu lassen. Ein typisches Beispiel sind die vergleichsweise instabilen Kurbelwellen, wie sie bei Hubkolben-Verbrennungsmotoren benötigt werden.

[0005] Die Befestigung des Werkstückendes an der Werkstückspindel geschieht dabei in der Regel mit Hilfe eines Spannfutters, welches drehfest auf der Werkstück-Spindel angeordnet ist und Spannelemente zum Festhalten des Werkstückes besitzt. In der Regel sind dies die bekannten, radial verfahrbaren Spannbacken eines zum Beispiel Dreibacken-Futters, die gleichmäßig radial nach innen bewegt werden und gegen den Außenumfang des Werkstückes im Endbereich drücken, wodurch das Werkstück drehfest und axialfest mit dem Spannfutter verbunden wird.

[0006] Die Spannkraft wird dabei in der Regel hydraulisch aufgebracht, indem ein fluchtend mit der Rotationsachse des Spannfutters angeordneter Spannzylinder mit Druck beaufschlagt wird. Die Verschiebung des Spannkolbens in Längsrichtung im Spannzylinder bewirkt – in der Regel übersetzt mittels eines Keil-Getriebes – die radiale Verlagerung der Spannbacken einschließlich einer Kraftverstärkung.

[0007] Dabei ist die Spindel in der Regel als hohles, im Spindelstock-Gehäuse drehend gelagertes, Rohr ausgebildet, auf dessen vorderem stirnseitigen Ende das Spannfutter sitzt, während der Spannzylinder auf dem rückwärtigen Ende angeordnet ist. Beide Teile rotieren zusammen mit der Werkstück-Spindel.

[0008] Die Längsbewegung des Spannkolbens wird mittels Zugstangen oder Zugrohren, die durch das Innere der Werkstückspindel hindurch verlaufen, auf das hier von entfernt sitzende Spannfutter übertragen, da man bestrebt war, die zwischen Spindel und Spindelstock-Gehäuse notwendige Lagerung, meist eine Wälz-Lagerung, nicht zu groß werden zu lassen. Auf dem hinteren Ende des Spannzylinders war zusätzlich – wiederum axial aneinander gereiht – der Drehverteiler für das Hydrauliköl angeordnet, sowie der nicht mitdrehende Versorgungsflansch, an den die Hydrauliköl-Leitungen angeschlossen wurden. Der Drehverteiler bewirkt die Weiterleitung vom stillstehenden Versorgungs-

flansch zu dem rotierenden Spannzylinder.

[0009] Diese Anordnung führt bei einer Maschine zur Bearbeitung von Pkw-Kurbelwellen, die eine axiale Länge von ca. 80 cm besitzen, zu einer Länge eines solchen bestückten 5 Spindelstocks von etwa 2,30 m. Bei zwei Spindelstock-Einheiten pro Maschine, an den beiden Enden des Werkstückes, ergibt dies eine Gesamtlänge der Maschine von ca. 5½ m.

[0010] Bezogen auf die demgegenüber geringe Längserstreckung des Werkstückes ist also ein großer Platzbedarf in Längsrichtung des Werkstückes für eine solche Maschine notwendig, was sich insbesondere bei der Eingliederung einer solchen Maschine in eine Fertigungslinie negativ auswirkt.

[0011] Auch die Queranordnung der Maschine innerhalb der Linie ist hierbei keine Lösung, da zum einen hierfür eine 90°-Verschwenkung des ansonsten in Längsrichtung transportierten Werkstückes vor und nach dieser quergestellten Werkzeugmaschine notwendig wäre, und zum anderen eine 15 solche Querstellung innerhalb der Maschinenlinie an einer Stelle eine wesentlich größere Breite ergeben würde gegenüber der sonstigen Breite der Linie von ca. 2 m.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

[0012] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Werkzeugmaschine sowie ein Verfahren zu ihrer 30 Herstellung zur Verfügung zu stellen, bei der die axiale Länge der Werkzeugmaschine deutlich geringer als bisher ist trotz so gering wie möglichen konstruktiven und baulichen Aufwandes für die Maschine.

b) Lösung der Aufgabe

[0013] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0014] Da die axiale Länge der heutigen Bauformen der Maschine primär durch die axiale Erstreckung der Spindelstock-Einheiten bedingt wird, wird das Ziel erreicht durch Verringerung der axialen Länge der einen oder zwei Spindelstock-Einheiten.

[0015] Zu diesem Zweck wird die axiale Länge der ohnehin hohlen Werkstück-Spindel genutzt, um darin Komponenten oder Teile der Komponenten, die sich sonst vor und hinter der Werkstück-Spindel befanden, unterzubringen, beispielsweise den Spannzylinder.

[0016] Prinzipiell ist dies bereits von den sogenannten Vorderendfuttern her bekannt. Dabei sind in einem solchen Vorderendfutter sowohl die Spannfunktion des Futters als auch die verursachende Bewegung des Spannzylinders integriert, und das so entstehende Vorderendfutter ragt teilweise 55 in das vordere Ende der Werkstück-Spindel hinein.

[0017] Nachteilig bei dieser Lösung ist jedoch, dass keine klare Trennung der Futterfunktionen und der Spannzylinder-Funktionen mehr gegeben ist und durch die große Funktionsdichte der funktionsvereinigten Bauteile ein kompliziertes, hinsichtlich der Fehlersuche problematisches, Bauteil vorliegt. Auch ist die Gefahr von Leckstellen und ihre Ortung im hydraulischen Teil des Vorderendfutters relativ groß.

[0018] Des weiteren muss eine spezielle Gestaltung der 60 Werkstück-Spindel eingehalten werden, da im vorderen Endbereich deren Innendurchmesser größer sein muss als am hinteren Ende.

[0019] Wegen der Funktionsvereinigung können erprobte,

in Großserie gefertigte Standardbauteile hinsichtlich Futter, Spannzylinder, Drehverteiler und Versorgungsflansch nicht benutzt werden.

[0020] Erfundungsgemäß wird stattdessen vorgeschlagen, Spannfutter und Spannzylinder wie bisher axial hintereinander und von den Funktionen her getrennt anzutragen, jedoch ohne bzw. mit deutlich geringerem axialem Abstand zueinander als bisher, und die so geschaffene Spanngruppe wenigstens teilweise im Längsbereich der Werkstück-Spindel, nämlich in dem hohlen Innenraum der Werkstück-Spindel, unterzubringen. Zu diesem Zweck wird die Werkstück-Spindel vom Durchmesser her wesentlich größer als bisher dimensioniert.

[0021] Da bezüglich Spannfutter und Spannzylinder in der Regel der Spannzylinder den geringeren Außendurchmesser besitzt, wird dieser in dem Inneren der Werkstück-Spindel untergebracht, während das Spannfutter wie bisher auf dem vorderen Ende der Werkstück-Spindel sitzt.

[0022] Bevorzugt wird jedoch die Spanngruppe aus Spannfutter und Spannzylinder, gegebenenfalls auch Drehverteiler und Versorgungsflansch umfassend, auch von der Montagereihenfolge her als Spanngruppe vormontiert und auch funktionsgeprüft, und erst anschließend von vorn in die Werkstück-Spindel eingeschoben. Dabei wird das Spannfutter, vorzugsweise mit seiner Rückenplatte, auf dem vorderen Ende der Werkstück-Spindel verschraubt.

[0023] Dabei wäre es auch möglich, den Innenraum der Werkstück-Spindel direkt als Spannzylinder für den Spannkolben zu benutzen.

[0024] Auch eine solche Funktionsvereinigung würde zwar eine Durchmesserverringerung der Werkstück-Spindel ergeben gegenüber Einbau eines kompletten Spannzylinders im Inneren der Werkstück-Spindel, jedoch auf der anderen Seite die typischen Folgeprobleme einer Funktionsvereinigung in sich tragen, beispielsweise

- problematische Schnittstellendefinition zu Bauteilen von Zulieferanten
- Reparatur und Ausbau des Spannzylinders/Spannkolbens machen den Ausbau der gesamten Spindel notwendig
- je nach Größe der aufzubringenden Spannkraft und dem Spannweg muss der Kolbendurchmesser und damit der Innendurchmesser der Spindel angepasst werden.

[0025] Eine derartige Lösung ist daher voraussichtlich nur praxisnah realisierbar durch Verwendung von Zylinderbuchsen mit unterschiedlichen, benötigten Durchmessern als Adapter in dem immer gleichen Innendurchmesser der Werkstück-Spindel.

[0026] Abgesehen von einer zusätzlich notwendigen radialen Abstützung in der Spindel, die notwendig werden könnte, ist das Einsetzen eines Standard-Spannzylinders, vormontiert im Rahmen der oben erwähnten Spanngruppe, und dessen Eindringen in die Werkstück-Spindel eine analoge Lösung. Diese bietet jedoch die Vorteile

- Auswahl an den bisher vorhandenen, standardisierten und langjährig erprobten Einzelteil hinsichtlich Futter, Spannzylinder, Drehverteiler und Versorgungsflansch
- Anpassbarkeit an die Bedingungen des Einzelfalls durch Auswahl aus dem Produktspektrum derartiger Standardbauteile
- Reparaturfreundlichkeit durch Funktionstrennung.

[0027] Die bei dieser Lösung benötigte starke Vergröße-

rung des Spindeldurchmessers ist hinsichtlich der Kosten der größeren Lagerung auf den ersten Blick nachteilig.

[0028] Vorteilhaft ist der größere Spindeldurchmesser jedoch einerseits für die bessere Kraftaufnahme im Spindelstock-Gehäuse und andererseits auch im Hinblick auf die Verwendbarkeit der Spindel als Bauteil eines integrierten Motors:

[0029] Während bei konventionellem Aufbau eines Spindelstocks die drehend im Gehäuse des Spindelstocks gelagerte Spindel über ein Zahnradgetriebe, Riemengetriebe oder ähnliches von einem ebenfalls am Spindelstockgehäuse vorhandenen Motor angetrieben wird, ist bei einem sogenannten integrierten Motor die Spindel selbst Bauteil des Elektromotors, in der Regel der Läufer, und dementsprechend am Außenumfang entweder mit wenigstens einem elektrischen Leiter, insbesondere in Form von Wicklungen, oder mit Permanentmagneten ausgestattet.

[0030] Das umgebende Spindelstock-Gehäuse ist analog als Stator ausgebildet.

[0031] Das durch einen solchen Motor aufbringbare Drehmoment steigt dabei mit dem Nenndurchmesser des Stators/Läufers, was insbesondere bei langsam laufenden Spindeln wie den Dreh-Drehräummaschinen und Drehfräsmaschinen die Ausbildung eines integrierten Motors erleichtert und dessen Kosten senkt.

[0032] Auch die bisherige Anordnung von elektromechanischen Endschaltern an den Bewegungswegen von bewegten Komponenten des Spindelstocks, also beispielsweise des Spannkolbens im Spannzylinder oder der Spannbacken im Spannfutter oder auch – bei verfahrbaren Spindelstöcken – des Spindelstockgehäuses gegenüber dem Bett der Werkzeugmaschine wird erfundungsgemäß durch sogenannte magnetostriktive telemetrische, optische oder andere Meßsysteme gelöst.

[0033] Z. B. handelt es sich dabei um einen elektrischen Leiter aus magnetostriktivem Material, der entlang des Bewegungsweges, in der Regel gespannt, angeordnet ist. Das zu bewegende Bauteil weist einen Magneten auf, der längs des magnetostriktiven Leiters bewegt wird.

[0034] Durch Beaufschlagen des Leiters mit einem elektrischen Signal kann – aufgrund der Wechselwirkung zwischen dem Magneten und dem im magnetostriktiven Leiter fließenden Strom – das am Ende des magnetostriktiven Leiters zurückhaltene und durch den Magneten beeinflusste

[0035] Signal hinsichtlich der momentanen Position des Magneten in Längsrichtung des Leiters ausgewertet werden.

[0036] Auch die telemetrische Übertragung von Meßsignalen innerhalb der Maschine kann eingesetzt werden. Dabei wird die beabsichtigte Meßgröße direkt am Ort der Entstehung gemessen, beispielsweise die Spannkraft des Futters gegenüber dem Werkstück durch einen Dehnmeßstreifen, der direkt auf der Spannbacke angeordnet ist, statt durch Messung der Kraft des Spannkolbens gegenüber dem Spannzylinder. Das so ermittelte Meßsignal wird vorzugsweise drahtlos, mittels Funk, Infrarot, oder andere elektromagnetische Wellen, an einen Empfänger, vorzugsweise nahe an der Steuereinheit der Maschine, übertragen.

[0037] Dadurch muß beispielsweise bei Positionssensoren entlang der Spindel das Signal nicht entlang der Spindel zu deren Ende geleitet werden.

[0038] Als Antenne für die Signalübertragung dient beispielsweise eine Folienantenne, die auch auf einem rotierenden Teil der Maschine, beispielsweise dem Spannfutter oder dem Spannzylinder, angeordnet sein kann und das Signal auf einen Empfänger überträgt, der auf einem nicht rotierenden Teil der Maschine, beispielsweise am oder im Spindelgehäuse, angeordnet ist. Dadurch wird die mechanische oder elektrische drahtgebundene Signalweiterleitung von ei-

nem drehenden an ein nichtdrehendes Bauteil vermieden. [0038] Auf diese Art und Weise können nicht nur Positionen von Baugruppen, sondern auch Druck- und Zugspannungen sowie Temperaturen gemessen und übermittelt werden.

[0039] Diese Art der Positionsüberwachung ermöglicht es, in die Maschinensteuerung per Software diejenigen Endpositionen einzugeben, bei deren Erreichen der Vortrieb der entsprechenden Baugruppe automatisch gestoppt wird. Insbesondere ist es möglich, die Position des Spannkolbens im Spannzylinder bei gespanntem Werkstück genau zu überwachen.

[0040] Dadurch ist keine mechanische Einstellung von elektromechanischen Endschaltern wie bisher mehr notwendig, was insbesondere bei Anordnung am Zylinder und damit innerhalb der Werkstückspindel problematisch wäre. Im Gegenteil kann die die Spanngruppe teilweise umgebende Werkstück-Spindel gleichzeitig als elektromagnetische Abschirmung für derartige magnetostriktive Messsysteme benutzt werden, indem beispielsweise der Innenumfang der Werkstück-Spindel mit abschirmendem Material beschichtet wird. Eine Abschirmung der offenen Stirnseiten ist nicht möglich, solange aus dem hinteren Ende der Werkstück-Spindel der Drehverteiler sowie der Versorgungsflansch hervorragen und aus dem vorderen Ende das Spannfutter.

[0041] Möglich könnte es jedoch sein, dass die vordere Öffnung des Innenraumes der Werkstück-Spindel vollständig abdeckende Spannfutter, beispielsweise auf der Rückseite seiner Rückenplatte, ebenfalls mit elektromagnetisch abschirmendem Material auszustatten, und auch die für den Durchtritt zwischen Drehverteiler und Spannzylinder benötigten geringen zentralen Querschnitt offen zu lassen, den Rest des Querschnittes der hinteren Öffnung der Werkstück-Spindel dagegen elektromagnetisch abzuschotten.

[0042] Unter Umständen könnte es sich daher ebenfalls empfehlen, die Auswertung der Signale der magnetostriktiven Positionsensoren ebenfalls in diesem abgeschirmten Innenraum der Werkstück-Spindel vorzunehmen, und von dort erst das fertig ausgewertete und aufbereitete Signal an die Maschinensteuerung weiterzuleiten.

c) Ausführungsbeispiele

[0043] Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind im folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

[0044] **Fig. 1** Die Einbindung der Maschine in Fertigungslien in der Aufsicht,

[0045] **Fig. 2** die Darstellung einer Maschine gemäß dem Stand der Technik im Teilschnitt und

[0046] **Fig. 3** die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine.

[0047] Die **Fig. 1** zeigen zum einen die grundsätzliche Dimensionierung einer Werkzeugmaschine, bei der das Werkstück drehend antreibbar von einer oder zwei gegenüberliegenden Werkstück-Spindeln **2** während der Bearbeitung angetrieben wird, in der Aufsicht.

[0048] Dargestellt ist eine Kurbelwellen-Bearbeitungsma schine mit einer Drehräumeinheit sowie einer Drehfräseinheit, bei welcher die labile Kurbelwelle als Werkstück **20** an beiden Enden von einem Spindelstock **12** aufgenommen ist.

[0049] Dabei ist zu erkennen, dass vor allem die axiale Erstreckung dieser Spindelstöcke **12** bewirkt, dass eine solche, mit einer antreibbaren Werkstück-Spindel ausgestattete Werkzeugmaschine **1** in Axialrichtung des dort bearbeiteten Werkstückes **20** wesentlich größer ist als in der Querrichtung hierzu.

[0050] **Fig. 1a** zeigt die Einbindung einer solchen mit einer drehantreibbaren Werkstück-Spindel oder deren mehreren ausgestatteten Werkzeugmaschine **1** in eine Produktions-

linie mit anderen Werkstückmaschinen **1'**, **1''**, **1'''**, wobei – was der häufigste Fall ist – die Werkstücke von Maschine zu Maschine in einer Durchlaufrichtung **30** weitertransportiert werden, und dabei die Werkstücke **20** so orientiert sind, dass

5 ihre Längsrichtung **10** mit dieser Durchlaufrichtung **30** übereinstimmt. In diesem Fall benötigt vor allem eine mit zwei antreibbaren, gegeneinander gerichteten Werkstückspindeln ausgestattete Werkzeugmaschine **1** deutlich mehr Länge innerhalb der Produktionslinie als die übrigen Maschinen.

[0051] **Fig. 1b** zeigt eine Möglichkeit zur Reduzierung des Längsbedarfs derselben Produktionslinie. Dabei ist die mit einer oder zwei drehantreibbaren Werkstück-Spindeln ausgestattete Werkzeugmaschine **1** in der Produktionslinie 15 so angeordnet, dass das in der Werkzeugmaschine **1** aufgenommene Werkstück **20** mit seiner Längsrichtung **10** quer zur Durchlaufrichtung **30** der Werkstücke durch die gesamte Produktionslinie liegt.

[0052] In diesem Fall ist der Bedarf an Grundfläche und 20 damit auch der Raumbedarf für die Werkzeugmaschine **1** in Längsrichtung der Produktionslinie geringer, jedoch wird zusätzlicher Platz in Längsrichtung in der Linie benötigt, um vor und nach dieser quergestellten Werkzeugmaschine **1** Drehvorrichtungen **31** vorzusehen, die das Werkstück **20** jeweils um 90° drehen für das weitere Handling. Weiteres Problem sind dabei die häufig an der Rückseite einer solchen Werkzeugmaschine **1** angebrachten, sehr hoch aufragenden Schaltschränke und Beschickungsvorrichtungen, die in diesem Fall zusätzlich beim Beliefern und Abnehmen von 25 Werkstücken überwunden werden müssen.

[0053] Hieraus wird klar, dass ein Bedürfnis zur Verkürzung einer mit einer oder mehreren drehantreibbaren Werkstück-Spindeln ausgestatteten Werkzeugmaschine **1** in Längsrichtung **10** besteht.

[0054] **Fig. 2** zeigt den bisherigen Aufbau eines Spindelstocks gemäß dem Stand der Technik anhand einer Werkzeugmaschine mit nur einem Werkzeug-Support.

[0055] **Fig. 3** zeigt erfindungsgemäße Bauformen des Spindelstocks.

[0056] In der Darstellung gemäß **Fig. 2** ist eine Werkzeugmaschine mit zwei gegeneinander gerichteten Spindelstöcken **12** in der Aufsicht dargestellt. Auf dem Bett **18** der Maschine ist ansonsten ein Werkzeugsystem vorhanden, also wie üblich ein Längsschlitten **21**, der in Längsrichtung **10** 45 entlang von Längsführungen **23** verfahrbar ist. Auf dem Längsschlitten **21** ist ein Querschlitten **24** in Querrichtung verfahrbar, der das in diesem Fall scheibenförmige Werkzeug **25**, nämlich einen scheibenförmigen Fräser mit Schneiden am Umfang, trägt, welcher im Querschlitten **24** 50 drehend antreibbar gelagert ist.

[0057] Die Rotationsachse des Werkzeuges **25** ist dabei parallel zur Rotationsachse, der Z-Richtung, der beiden Spindelstöcke **12**, welche zwischen sich das Werkstück **20**, eine Kurbelwelle mit Splitpin-Lagerzapfen, drehbar aufnehmen, so dass die Längsrichtung **10** der Kurbelwelle mit der Rotationsachse und damit Längsrichtung der Spindelstöcke **12** übereinstimmt.

[0058] Das Werkstück **20** ist am Umfang in den Endbereichen jeweils durch die Spannbacken **5a**, **b**.. eines Spannfutters **4** festgehalten. Das Spannfutter **4** ist fest auf der vorderen Stirnfläche einer Werkstück-Spindel **2** angeordnet, die im Gehäuse **12'** des Spindelstocks drehbar gelagert ist. Die Werkstück-Spindeln **2** werden von einem oder zwei getrennten Motoren, die der Übersichtlichkeit halber in **Fig. 2** 65 nicht dargestellt sind, drehend angetrieben.

[0059] Auf der hinteren Stirnseite der Werkstück-Spindeln **2** ist jeweils ein Spannzylinder **6** zentrisch angeordnet, der sich im Längsbereich hinter der Spindel **2** und auch

hinter dem Spindelgehäuse **12'** befindet.

[0060] An der hinteren Stirnfläche dieses Spannzylinders **6** sind nacheinander der Drehverteiler **8** und ein Versorgungsflansch **9** angeordnet. Der Versorgungsflansch **9** dient dabei dem Befestigen der Versorgungsleitungen für die Funktionen des Spindelstockes, hauptsächlich also der Hydraulikleitungen zum Beaufschlagen des Spannzylinders **6** mit unter Druck stehendem Hydrauliköl.

[0061] Da Spannfutter **4**, Werkstück-Spindel **2** und Spannzylinder **6** gemeinsam rotieren, der Versorgungsflansch **9** dagegen stillsteht, ist dazwischen der Drehverteiler **8** zur Weiterleitung des Hydrauliköls vom feststehenden Versorgungsflansch **9** in die rotierenden Bauteile notwendig.

[0062] Die Werkstück-Spindel **2** ist in Längsrichtung durchgängig hohl ausgebildet, so dass vom Spannzylinder **6** durch diesen Innenraum **7** hindurch Zugstangen **13** zum Spannfutter **4** verlaufen, die die Bewegung des Spannkolbens **16** im Spannzylinder **6** an das Spannfutter **4** weiterleiten, um dort die Spannbacken **5a, b, c** relativ zum Spannfutter **4** radial zu verfahren.

[0063] Demgegenüber zeigt Fig. 3 eine verkürzte Bauweise der Spindelstöcke **12a** bzw. **12b** bei einer ansonsten analogen Bauform der Werkzeugmaschine **1**.

[0064] Wie anhand des Spindelstocks **12a** ersichtlich, besitzt hier die im Gehäuse **12'** des Spindelstocks gelagerte Werkstück-Spindel **12** einen wesentlich größeren Durchmesser, wodurch auch der in Längsrichtung **10** durchgängig offene Innenraum **7** der Werkstück-Spindel **12** deutlich größer wird.

[0065] Das Spannfutter **4** ist nach wie vor – gegebenenfalls über eine Rückenplatte **11** – an der vorderen Stirnseite der Werkstück-Spindel **2** befestigt, jedoch ermöglicht die Vergrößerung des Innenraumes **7** es nunmehr, das vom Durchmesser her nächstkleinere Element gegenüber dem Spannfutter **4**, nämlich den Spannzylinder **6**, bereits im Innendurchmesser des Innenraumes **7** aufzunehmen. Die in Längsrichtung an der Rückseite des Spannzylinders **6** aufeinanderfolgenden Bauteile, nämlich Drehverteiler **8** und Versorgungsflansch **9**, sind vom Durchmesser her noch kleiner, und können daher ebenfalls im Inneren der Werkstück-Spindel **2** untergebracht werden. Aus Gründen einer stabilen Lagerung der Werkstück-Spindel **2** wird diese jedoch so lang ausgebildet und der Abstand der Lagerungen in axialer Richtung **10** vergrößert, dass nur der Versorgungsflansch **9** über das hintere Ende des etwa auf gleicher axialer Position endenden Gehäuses **12'** sowie der Werkstück-Spindel **2** hinausragt.

[0066] Diese Bauform ermöglicht es weiterhin, alle zusammen mit der Werkstück-Spindel **2** drehenden Bauteile, also wenigstens das Spannfutter **4**, welches den größten Außendurchmesser besitzt, und den in der Regel unmittelbar nachfolgenden Spannzylinder **6**, gegebenenfalls auch den Drehverteiler **8** und den Versorgungsflansch **9** als Spanngruppe vorzumontieren und auf Funktion zu überprüfen. Diese Spanngruppe kann somit komplett fremdbezogen werden und muss im Werk, in dem die Werkzeugmaschine **1** hergestellt wird, lediglich in die offene Frontseite der Spindel **2** eingeschoben und dort verschraubt werden.

[0067] Der Antrieb der Spindel **2** im Spindelstock **12a** erfolgt konventionell, also über eine am Außenumfang der Spindel **2** angeordnete Verzahnung **14**, in die ein Zahnrad **15** eines Getriebes eingreift, welches mit dem antreibenden Spindelmotor **3** drehfest verbunden ist, der am Gehäuse **12'** des Spindelstocks sitzt.

[0068] Der rechte Spindelstock **12b** unterscheidet sich vom linken durch die Art des Antriebs der Spindel **2**:

[0069] Beim Spindelstock **12b** erfolgt dieser Antrieb mittels eines sogenannten integrierten Motors, wobei die relativ

zueinander drehende Werkstück-Spindel **2** einerseits und das Spindelstockgehäuse **12'** die beiden relativ zueinander beweglichen Teile des Elektromotors, also Läufer und Stator, bilden. Entsprechend sind im Außenumfang der Werkstück-Spindel **2** sowie im Innenumfang des Gehäuses **12'** Wicklungen aus elektrischen Leitern **19, 19'** angeordnet, die der Umsetzung von elektrischer Energie in Bewegungsenergie in Form eines drehenden Antriebes der Werkstück-Spindel **2** dienen.

[0070] Dabei ist der gegenüber der konventionellen Bauform vergrößerte Durchmesser, auch Außendurchmesser, der Werkstück-Spindel **2** insofern von Vorteil, als mit zunehmendem Durchmesser der Motorwicklungen dieses integrierten Elektromotors auch das erzeugte Drehmoment dieses Motors ansteigt, mithin eine solche Ausführungsform also gerade für Werkzeugmaschinen geeignet ist, bei der das Werkstück **20** mit großen Drehmomenten, dafür aber geringen Drehzahlen, angetrieben werden muss.

[0071] Fig. 3 zeigt ferner im rechten Spannzylinder **6** den darin laufenden Spannkolben **16**, sowie ein Positionsmeßsystem, das gleichzeitig als Endschalter dient, und aus einem beweglichen Teil, z. B. Magneten **17b** besteht, der im beweglichen Bauteil, dem Spannkolben **16**, angeordnet ist, sowie einen längs der Zylinderwandung im Spannzylinder **6** angeordneten festen Teil, z. B. einem elektrischen Leiter **17a** aus magnetostriktivem Material.

[0072] Durch Beaufschlagung des magnetostriktiven Leiters **17a** von einem Ende her mit einem elektrischen Signal kann durch eine elektronische Auswerteschaltung die genaue Position des Magneten **17b** bezüglich des Leiters **17a**, der üblicherweise in Längsrichtung **10** verläuft, bestimmt werden.

[0073] Mit der Auswerteeinrichtung ist eine Steuerung der Werkzeugmaschine gekoppelt, in die auch Maximalpositionen für den Magneten **17b** in Längsrichtung **10** eingebbar sind, bei deren Erreichen die Bewegung des Magneten **17b**, in diesem Fall also des Spannkolbens **16**, gestoppt wird durch geeignete Maßnahmen, in diesem Fall durch Unterbinden der Druckölzuführung.

[0074] Somit sind programmierbare Endschalter für bewegliche Maschinenkomponenten realisierbar, ohne dass elektromechanische, körperliche Endschalter in ihrer Position verstellt werden müssen.

[0075] Die gleichen magnetostriktiven Positionüberwachungen und Endschalter sind auch für andere zu bewegende Komponenten, beispielsweise die Spannbacken **5a, b, c** bezüglich des Spannfutters **4**, für die Werkzeugschlitten oder auch – bei in Längsrichtung **10** verfahrbaren Spindelstock-Gehäusen **12'** – für deren Position längs des Bettes **18** der Werkzeugmaschine möglich.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1** Werkzeugmaschine
- 2** Werkstück-Spindel
- 3** Spindel-Motor
- 4** Spannfutter
- 5a, b, c** Spannbacke
- 6** Spannzylinder
- 7** Innenraum
- 8** Drehverteiler
- 9** Versorgungsflansch
- 10** Längsrichtung
- 11** Rückenplatte
- 12** Spindelstock
- 12'** Gehäuse
- 13** Zugstangen
- 14** Verzahnung

15 Zahnrad	
16 Spannkolben	
17 Positionssensor	
17a Leiter	5
17b Magnet	
18 Bett	
19 elektrische Leitung	
20 Werkstück	
21 Längsschlitten	10
22 Läufer	
23 Längsführung	
24 Querschlitten	
25 Werkzeug	
30 Durchlaufrichtung	
31 Drehvorrichtung	15

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine, bei der das Werkstück (20) drehend antreibbar von der Werkstück-Spindel (2) der Maschine (1) aufgenommen wird, insbesondere Dreh-, Drehfrä-, Drehräum- und Rundschleifmaschine, mit einem die Werkstück-Spindel (2) antreibenden Spindel-Motor (3),
einem mit der Spindel (2) drehfest verbundenen Spannfutter (4) mit Spannelementen, insbesondere Spannbacken (5a, b, c), zum Halten des Werkstückes (20),
einem Spannzylinder (6) zum Bewegen der Spannelemente, insbesondere der Spannbacken (5a, b, c), des Spannfutters (4),
dadurch gekennzeichnet, dass
die aus Spannfutter (4) und Spannzylinder (6) bestehende Spanngruppe wenigstens teilweise im Längsbereich der Werkstückspindel (2) in deren hohlem Innenraum (7) zentrisch angeordnet ist. 35
2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum (7) der Werkstück-Spindel (2) in Längsrichtung (10) beidseits zugänglich und offen ist.
3. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannzylinder (6) der Spanngruppe im Innenraum (7) angeordnet ist. 40
4. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannfutter (4) auf dem vorderen Ende der Werkstück-Spindel (2) befestigt, insbesondere mit seiner Rückenplatte (11) auf dem stirnseitigen Ende der Werkstück-Spindel (2) verschraubt, ist. 45
5. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehverteiler (8) koaxial auf dem hinteren Ende des Spannzylinders (6) angeordnet ist und sich noch im Innenraum (7) der Werkstück-Spindel (2) befindet. 50
6. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus Spannfutter (4) und Spannzylinder (6) bestehende Spanngruppe eine vormontierbare und funktionsprüfbare Einheit bildet, bei der jedoch die Funktionen, nämlich einerseits das Bewegen der Spannelemente relativ zum Spannfutter (4) und andererseits das Bewegen des die Spannelemente beaufschlagenden Spannkolbens im Spannzylinder räumlich und funktional getrennt im Spannfutter (4) bzw. Spannzylinder (6) realisiert sind. 60
7. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanngruppe als vormontierbare und auf Funktion prüfbare

Einheit auch den Drehverteiler (8) und insbesondere auch den Versorgungsflansch (9) umfasst.

8. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Drehverteiler (8) radial am Umfang des Innenraumes (7) der Werkstück-Spindel (2) abstützt.
9. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstück-Spindel (2) über einen am Spindelstock (12) angeordneten Spindel-Motor (3) über ein Getriebe angetrieben wird.
10. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstück-Spindel (2) Bestandteil eines integrierten Spindelmotors ist, insbesondere den Läufer (22) eines integrierten Spindelmotors (3') darstellt und dementsprechend mit elektrischen Leitungen (19), insbesondere als Wicklung oder Permanentmagneten an seinem Außenumfang ausgestattet ist.
11. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser der Werkstückspindel (2) etwa dem Außendurchmesser des Spannfutters (4) entspricht, insbesondere mindestens 60%, insbesondere mindestens 80% des Außendurchmessers des Spannfutters (4) beträgt.
12. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannfutter (4) und der Spannzylinder (6) unmittelbar in Längsrichtung aneinander anschließen, also ohne Zwischenordnung von axiale Länge überwindenden Überbrückungselementen wie Zugrohre etc.
13. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Spindelstock für vorzunehmende mechanische Verlagerungen von Bauteilen, insbesondere die Anlage der Spannelemente am Werkstück, das Erreichen der vorderen oder hinteren Endposition des Spannkolbens und insbesondere auch die Bewegung des Spindelstocks (12) in Längsrichtung (10) gegenüber dem Bett (18) der Drehmaschine Positionsmeßsysteme vorhanden sind.
14. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetostriktive Positionssensor (17) einen magnetostriktiven elektrischen Leiter, gespannt in Richtung der zu überwachenden Bewegung, umfasst, sowie einen nahe am magnetostriktiven Leiter (17a) geführten, am zu bewegenden Bauteil befestigten, Magneten (17b) und insbesondere Positionen entlang des Leiters (17a), bei deren Erreichen durch den Magneten (17b) die Bewegung der zu bewegenden Komponente gestoppt werden soll, per Software in die Steuerung der Maschine eingebbar sind.
15. Spindelstock (12) für eine Werkzeugmaschine, bei der das Werkstück (20) drehend antreibbar von der Werkstückspindel (2) der Maschine (1) aufgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelstock die kennzeichnenden Merkmale einer oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
16. Verfahren zum Herstellen eines Spindelstocks für eine Werkzeugmaschine, bei der das Werkstück (20) drehend antreibbar von der Werkstückspindel (20) der Maschine (1) aufgenommen wird, und wobei der Spindelstock
eine Werkstückspindel (2), die drehend antreibbar im Gehäuse des Spindelstocks (12) gelagert ist,
ein mit der Spindel (2) drehfest verbundenes Spannfut-

ter (4) mit Spannelementen, insbesondere Spannbakken (5a, b, c) zum Halten des Werkstückes (20) und einen Spannzylinder (6) zum Bewegen der Spannelemente, insbesondere Spannbacken (5a, b, c), des Spannfutters (4), aufweist, 5

dadurch gekennzeichnet, dass

das Spannfutter (4) mit dem Spannzylinder (6) zu einer Spanngruppe vormontiert und auf Funktion überprüft wird und

die Spanngruppe stirnseitig in den in Längsrichtung 10 insbesondere durchgehenden, beidseits offenen, Innenraum (7) der Werkstück-Spindel (2) eingesetzt und mit dieser fest verbunden wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Erstellen der Spanngruppe auch das 15 Montieren des Drehverteilers (8) und insbesondere des Versorgungsflansches (9) für die Energieversorgung des Spannzylinders (6) umfasst.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die 20 Spanngruppe mit der Werkstück-Spindel (2) verbunden wird, indem die Rückenplatte (11) des Spannfutters (4) mit dem stirnseitigen Ende der Werkstückspindel (2) verschraubt wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der 25 Drehverteiler (8) radial am Innenumfang der Werkstück-Spindel (2) abgestützt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

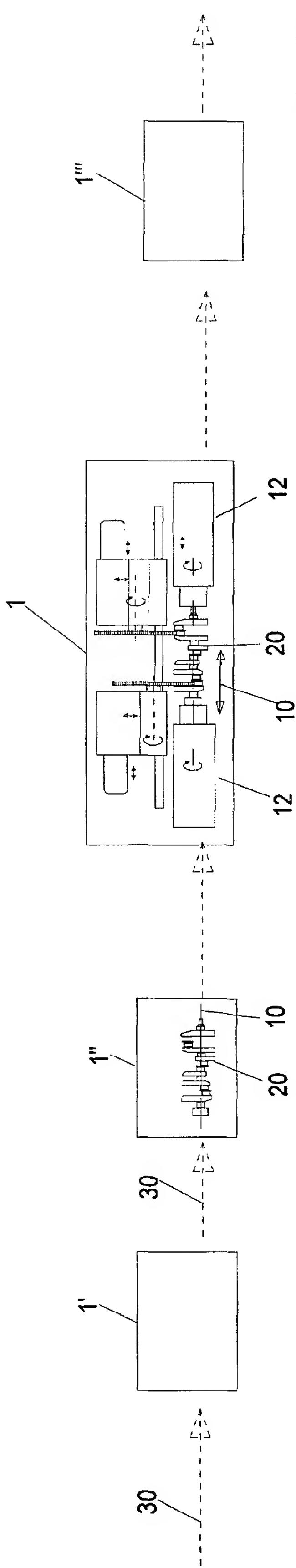


Fig. 1a

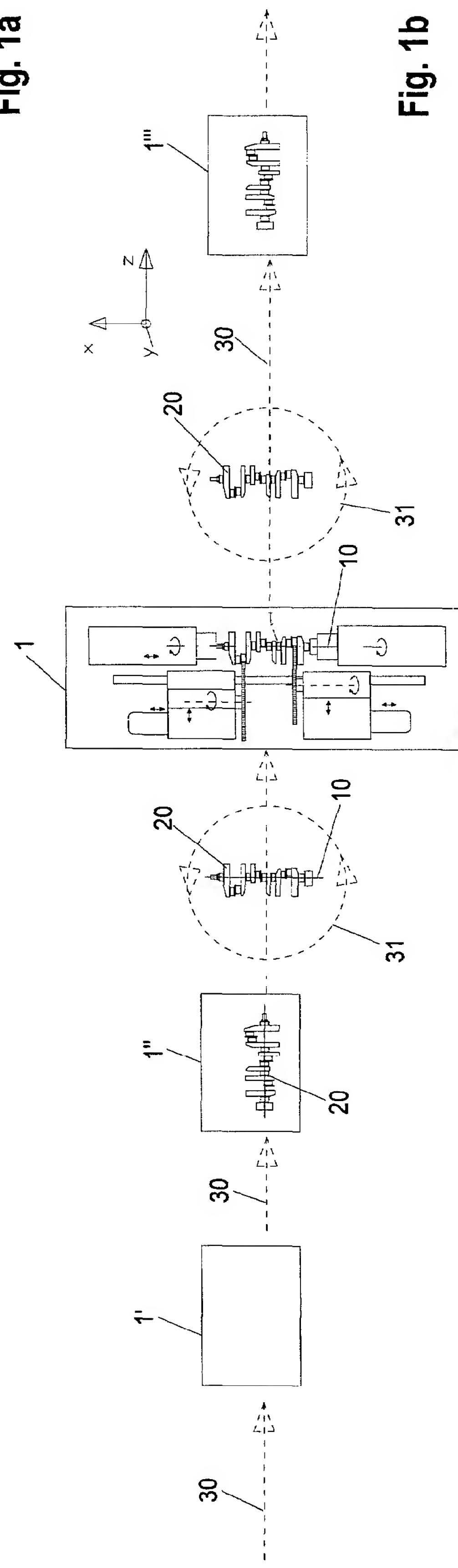


Fig. 1b

